BULLETIN du MUSÉUM NATIONAL d'HISTOIRE NATURELLE

PUBLICATION BIMESTRIELLE

écologie générale

24

N° 308 MAI-JUIN 1975

BULLETIN
du
MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

57, rue Cuvier, 75005 Paris

Le *Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle*, revue bimestrielle, paraît depuis 1895 et publie des travaux originaux relatifs aux diverses branches de la Science.

Les tomes 1 à 34 (1895-1928), constituant la 1re série, et les tomes 35 à 42 (1929-1970), constituant la 2e série, étaient formés de fascicules regroupant des articles divers.

A partir de 1971, le *Bulletin* 3e série est divisé en six sections (Zoologie — Botanique — Sciences de la Terre — Sciences de l'Homme — Sciences physico-chimiques — Écologie générale) et les articles paraissent, en principe, par fascicules séparés.

S'adresser :

— pour les **échanges,** à la Bibliothèque centrale du Muséum national d'Histoire naturelle, 38, rue Geoffroy-Saint-Hilaire, 75005 Paris (C.C.P., Paris 9062-62) ;

— pour les **abonnements** et les **achats au numéro,** à la Librairie du Muséum 36, rue Geoffroy-Saint-Hilaire, 75005 Paris (C.C.P., Paris 17591-12 — Crédit Lyonnais, agence Y-425) ;

— pour tout ce qui concerne la **rédaction,** au Secrétariat du *Bulletin*, 57, rue Cuvier, 75005 Paris.

Abonnements pour l'année 1975

ABONNEMENT GÉNÉRAL : France, 440 F ; Étranger, 484 F.

ZOOLOGIE : France, 340 F ; Étranger, 374 F.

SCIENCES DE LA TERRE : France, 90 F ; Étranger, 99 F.

BOTANIQUE : France, 70 F ; Étranger, 77 F.

ÉCOLOGIE GÉNÉRALE : France, 60 F ; Étranger, 66 F.

SCIENCES PHYSICO-CHIMIQUES : France, 20 F ; Étranger, 22 F.

International Standard Serial Number (ISSN) : 0027-4070.

BULLETIN DU MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE
3e série, nº 308, mai-juin 1975, Écologie générale 24

Données complémentaires sur l'abondance et la distribution verticale des Microarthropodes de la savane de Lamto (Côte d'Ivoire)

par Françoise ATHIAS *

Résumé. — L'abondance et la distribution verticale des Microarthropodes du sol de deux parcelles, l'une en savane brûlée, l'autre en savane protégée du feu, sont comparées. L'abondance des Microarthropodes est la plus importante dans les vingt premiers centimètres de sol ; elle est plus élevée en savane non brûlée qu'en savane brûlée. La mortalité consécutive aux températures élevées pendant la fin de la saison sèche n'est sensible que dans les quinze premiers centimètres de sol, particulièrement en savane brûlée. En dessous, le microclimat est stable et n'affecte pas l'abondance des populations.

Tous les groupes taxinomiques sont représentés en surface où les Acariens, et notamment les Oribates, sont les plus abondants des Microarthropodes. Les Micromyriapodes, les Diploures et les Protoures colonisent surtout les strates moyennes. En dessous de —20 cm, la faune s'appauvrit, seuls les Gamasides, les Collemboles, les Tydeidae et les Acaridides sont encore relativement abondants en profondeur.

Les prédateurs et les saprolytiques dominent en savane non brûlée, où la biomasse estimée du peuplement total est trois fois plus importante que celle des populations de savane brûlée, faciès qui possède un excès de phytophages. L'activité des Microarthropodes est plus superficielle en savane non brûlée où 83 % de la biomasse se situe dans les dix premiers centimètres de sol, contre 74 % en savane brûlée. Au cours de l'évolution d'une savane brûlée, où la litière et le couvert végétal sont détruits par le feu de brousse annuel, vers une savane non brûlée arborée, puis boisée et enfin la forêt, le peuplement passe d'une faune de type profond, riche en phytophages, à une faune progressivement plus superficielle, puis litiéricole, riche en décomposeurs et en prédateurs.

Abstract. — New data about abundance and vertical distribution of soil Microarthropod populations in the Lamto savanna (Ivory Coast, West Africa).

The density and the vertical distribution of soil Microarthropod populations from two savanna plots are compared. The first plot belongs to a burnt savanna, the second one to an unburnt savanna.

The soil Microarthropods density is the highest in the first 20 centimeters of soil. The annual mean density is the most important in the unburnt savanna. During the end of the dry season, the mortality due to the strong temperatures is only observed in the upper 15 cm of soil, especially in the burnt savanna during the two months following the bush fire ; below, the microclimatic factors do not affect the abundance.

All the taxonomic groups are present in the upper layers, where the Acarina, especially Oribatid mites, are the most numerous. The Mycromyriapods, the Diplura and Protura are inhabiting chiefly the —5 to —15 cm layers. Below the —20 cm level, the abundance decrease strongly, the Gamasid mites, the Tydeidae, the Acaridid mites and the Collembola are quiet the only groups presents in the deepest layers.

In the unburnt savanna, the estimated biomass is three times higher than in the burnt plot. The predaceous and the saprophageous Microarthropods are the dominant trophic groups in the unburnt savanna, on the contrary one observes an excess of phytophageoues Microarthropods

* *Laboratoire Arago, 66650 Banyuls-sur-Mer (France).*

in the burnt savanna. The soil Microarthropod activity is more superficially located in unburnt savanna, where 83 % of the total biomass are situated in the first 10 cm of soil, versus 74 % in the burnt savanna. In the course of the evolution from a burnt savanna, where litter and grass cover are destroyed by the bush fire, to an unburnt savanna, and at last to an evergreen forest, the Microarthropod populations proceed from a deep fauna, with many phytophageaous groups, to a superficially located fauna, and at last to a litter inhabiting type fauna, rich in saprophageous and predaceous groups.

1. Introduction

La description du milieu à Lamto, le détail de l'abondance et de la distribution verticale des Microarthropodes du sol et l'analyse des facteurs du milieu qui influencent leur peuplement ont précédemment été étudiés pour les populations peuplant les quinze premiers centimètres de sol (Athias, 1973, 1974, *sous presse*). La distribution verticale des Microarthropodes du sol a notamment été analysée dans six strates épaisses de 2,5 cm étagées de 0 à —15 cm.

Le présent travail complète ces résultats par des données concernant la faune récoltée entre —15 et —40 cm de profondeur. Quelques sondages effectués jusqu'à —85 cm donnent des indications complémentaires sur le peuplement des horizons très profonds. Afin de donner une idée générale du peuplement, dans le texte et dans les tableaux de chiffres, de nombreuses références sont faites à mes travaux antérieurs portant sur les populations vivants en surface (0-15 cm).

Dans les sols tempérés, 80 à 95 % des Microarthropodes du sol sont concentrés dans la litière et les deux à trois premiers centimètres de sol (Athias-Henriot, 1972 ; Block, 1966 ; Curry, 1971 ; Vannier, 1973*a*). L'erreur sur l'estimation de l'abondance est minime si les strates profondes sont négligées lors de l'échantillonnage. Il en est autrement dans les sols tropicaux, particulièrement dans les milieux herbacés, où la distribution des Microarthropodes édaphiques est remarquablement profonde. Au Ghana, Belfield (1956) signale que l'abondance des Microarthropodes s'accroît nettement vers —45 cm au début de la saison humide. Dans un milieu à *Acacia karoo* en Afrique du Sud, Accamp et Ryke (1965) constatent qu'à certaines époques de l'année, l'abondance des Oribates peut atteindre près de 22 000 animaux par m² dans la strate 27-30 cm, celle des Collemboles 4 000/m² entre —24 et —27 cm de profondeur et celle des Gamasides 10 000/m² dans cette même strate. En revanche, Block (1970) estime qu'il ne perd que moins de 10 % de l'effectif total de la faune en n'échantillonnant que dans les trois premiers centimètres du sol de plusieurs milieux herbacés de l'Ouganda. En Côte d'Ivoire, dans la savane de Lamto, des prélèvements préliminaires (Athias, 1971) ont montré qu'en début de saison sèche, en décembre 1969, l'abondance des Acariens, et particulièrement des Acaridides, est très élevée en profondeur. Ainsi, dans le sol de la parcelle de savane brûlée, on ne compte que 11 000 Acariens par m² dans les 15 premiers centimètres de sol, contre 21 000 environ entre —15 et —60 cm ; en savane non brûlée, à la même époque, on obtient 10 000 Acariens par m² dans les quinze premiers centimètres de sol et autant dans les strates inférieures.

Pour beaucoup d'auteurs, Belfield (1956) notamment, la distribution profonde des Microarthropodes édaphiques des régions tropicales est due principalement à l'insolation,

c'est-à-dire en fait aux variations de la température du sol. Cet effet est d'autant plus sensible que le sol est dénudé ou recouvert d'un faible tapis herbacé. Au Tchad, Gruvel et Graber (1970) notent que les Oribates fuient la surface du sol au plus chaud de la journée, pendant l'après-midi. Belfield (1971) a démontré le rôle de l'insolation en protégeant artificiellement le sol à l'aide d'un écran de palmes ; les populations du sol ombragé par cet écran sont plus abondantes et vivent plus superficiellement que celles du sol témoin. A Lamto, les populations de Microarthropodes échantillonnées dans les quinze premiers centimètres de sol vivent plus superficiellement en savane non brûlée qu'en savane brûlée. Le couvert végétal étant permanent dans les savanes protégées du feu, il ombrage le sol et tamponne les variations de températures. En savane brûlée au contraire, le sol reste dénudé pendant quatre à cinq mois après le passage du feu de brousse. En fin de saison sèche, en février-mars, c'est-à-dire un à deux mois après l'incendie, la température peut atteindre 45-50°C dans les deux premiers centimètres du sol. Les populations habitant cette strate subissent une mortalité sévère pendant cette période. En effet, l'effectif de plusieurs groupes de Microarthropodes du sol (Gamasides, Bdellides, Actinédides, Collemboles et Symphyles) diminue significativement avec l'augmentation de la température dans la strate 0-2,5 cm (Athias, 1973 : *sous presse*). Les Collemboles paraissent les plus sensibles aux températures excessives ; par contre, les Oribates semblent plus résistants à ce facteur que les autres Microarthropodes (Athias, 1974).

Pour les Microarthropodes de Lamto, des corrélations ont aussi été effectuées entre la distribution verticale et l'humidité du sol (Athias, 1973 ; *sous presse*). Aucune de ces corrélations n'ont été significatives, non seulement parce que la température est le facteur primordial, mais aussi parce que le sol peut être très humide en même temps que sa faune se localise en profondeur. En effet, à Lamto, les grosses « tornades » d'avril-mai, en attaquant vigoureusement la surface du sol, particulièrement le sol dénudé de la savane brûlée, limitent la colonisation de la surface du sol par les Microarthropodes. Au Tchad, Gruvel et Graber (1970) ont remarqué un phénomène semblable chez les Oribates qui se réfugient aussi en profondeur pendant les violentes pluies tropicales. Pour dissocier l'effet de la température de celui de l'assèchement du sol sur la distribution verticale, il faut recourir à des dispositifs expérimentaux, tels que la soufflerie utilisée sur le terrain par Vannier (1970, 1972).

Si la température paraît être la principale cause de la distribution profonde des Microarthropodes des sols tropicaux, soit en provoquant une migration verticale active, soit une forte mortalité des populations de surface, d'autres causes que les facteurs abiotiques entrent en jeu, les facteurs trophiques en particulier. La litière est la strate la plus active et la plus richement peuplée ; or, à Lamto, les Microarthropodes typiquement litiéricoles ne sont abondants que sous les touffes de Graminées où existe en permanence une microlitière. Entre les touffes, sur le sol nu, la litière est peu épaisse, même en savane non brûlée, car une grande partie des feuilles de Graminées s'accumule sur place et constitue un feutrage suspendu. En savane brûlée, la litière disparaît une partie de l'année, consumée par le feu de brousse, et elle met environ six mois pour se reconstituer après l'incendie (Athias, Josens & Lavelle, *sous presse* ; Cesar, 1971 ; Monnier, 1969). Le fait que la strate litière est réduite ou inexistante contribue à limiter l'abondance du peuplement en surface ; la fréquence relative des effectifs en profondeur en est d'autant plus importante.

Tableau I. — Granulométrie et matière organique du sol des deux parcelles étudiées. (Analyses du Laboratoire de Pédologie du C.R.A. du Sud-Ouest, J. DELMAS.)

	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80
SAVANE NON BRÛLÉE								
% (°)								
Gravier 2-20 mm	0	0	1	5	8	9	12	12
Terre fine	100	100	99	95	92	91	88	88
%								
Argiles 2 µ	5.1	5.3	6.9	6.9	7.7	9.5	9.7	10.0
Limons fins 2-20 µ	6.9	6.7	6.3	6.8	6.9	6.8	6.4	5.4
Limons grossiers 20-50 µ	8.0	7.0	8.0	8.5	7.5	7.5	7.0	7.0
Sables fins 50-200 µ	29.5	25.5	29.0	29.5	26.0	24.0	20.0	14.0
Sables grossiers 200-2 000 µ	48.0	53.8	47.5	46.5	50.5	51.5	55.0	61.5
Matière organique pC(°)	1.3	1.0	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4
‰ (°)								
Carbone	8.2	6.4	5.2	4.1	3.4	3.1	2.9	2.7
Azote	0.56	0.41	0.35	0.30	0.28	0.27	0.27	0.26
C/N	14.6	15.6	14.8	13.6	12.1	11.5	10.7	10.3
SAVANE BRÛLÉE								
% (°)								
Gravier 2-20 mm	0	0	2	3	6	11	20	24
Terre fine	100	100	98	97	94	89	80	76
%								
Argiles 2 µ	6.9	7.2	9.6	10.5	16.9	17.4	16.8	21.2
Limons fins 2-20 µ	8.8	7.7	7.7	7.4	6.6	7.5	9.4	6.9
Limons grossiers 20-50 µ	12.0	9.5	10.0	8.5	7.0	7.0	7.0	5.5
Sables fins 50-200 µ	35.5	32.5	29.0	27.5	17.0	18.0	15.0	14.5
Sables grossiers 200-2 000 µ	35.0	40.5	43.5	44.0	49.5	47.5	48.5	49.5
Matière organique pC (°)	1.5	1.1	0.9	0.8	0.8	0.7	0.7	0.6
‰ (°)								
Carbone	9.3	5.6	5.5	4.9	4.5	4.3	4.0	3.8
Azote	0.53	0.43	0.39	0.37	0.36	0.36	0.36	0.34
C/N	17.5	13.0	14.1	13.2	12.5	11.9	11.1	11.1

(°) : Moyennes de six prélèvements effectués en juillet, novembre et décembre 1970, et en janvier, mars et mai 1971.

2. Milieu et méthodes d'étude

2.1. Parcelles étudiées

Deux parcelles de 5 × 10 m, divisées en cinquante « quadrats » de 1 m² ont été choisies en sommet de « plateau » dans des savanes peu arborées. L'une est située en savane brûlée (FS I) et l'autre (FS II) dans une savane non brûlée, protégée du feu depuis huit ans.

Le sol des deux parcelles est comparable, de texture sableuse, pauvre en argiles : ce sont tous deux des sols ferrugineux tropicaux bien drainés (Delmas, 1967). Ces sols sont remarquablement pauvres en matière organique, et très sensibles à l'érosion par les pluies. Le sol de la parcelle de savane brûlée est un sol ferrugineux beige à lit de graviers profond ; celui de la parcelle de savane non brûlée est un sol fercugineux tropical rouge, plus homogène (fig. 1 ; tabl. I).

A la fin du mois de janvier, le feu de brousse détruit la litière et le couvert végétal et laisse le sol dénudé s'échauffer considérablement. Ce sol à nu est aussi plus sensible à l'érosion et au lessivage provoqués par les premières pluies de la grande saison humide. Les maximums de température et l'amplitude nychtémérale des écarts thermiques varient beaucoup avec les saisons entre 0 et —10 cm. Ces variations s'atténuent fortement à partir de —15 cm : en dessous, la température est d'environ 27°C avec des oscillations nychtémérales de 2 à 3°C (Athias, 1973, 1974).

Jusqu'à —20 cm, l'humidité du sol est généralement comprise entre pF 4,2 et 4,7 pendant la grande saison sèche, c'est-à-dire de décembre à mars, et pendant la « petite saison sèche » du mois d'août. Le reste de l'année, l'humidité du sol se situe entre pF 2,5 et 4,2 ; elle peut dépasser le seuil de pF 2,5 en mai et juin, qui sont généralement les mois les plus arrosés. En profondeur, en dessous de —20 cm, le pF 2,5 est fréquemment atteint pendant les saisons des pluies ; pendant le reste de l'année, l'humidité du sol reste dans le domaine de l'eau utile, et le point de flétrissement permanent n'est qu'exceptionnellement enregistré (Bonvallot, 1968 ; Athias, 1973, 1974).

2.2. Échantillonnage, extraction de la mésofaune

Chaque quinzaine, dans huit « quadrats » tirés au hasard, une carotte de sol (hauteur 15 cm, Ø 5 cm) est prélevée à l'aide d'une sonde cylindrique à sécateur (Vannier & Alpern, 1968). Des huit carottes ainsi prélevées, quatre proviennent du sol nu et les quatre autres du sol de touffe. Ces carottes sont ensuite découpées en six strates de 2,5 cm d'épaisseur, s'étageant de 0 à —15 cm. Les recherches concernant les Microarthropodes peuplant les quinze premiers centimètres de sol ont porté sur les résultats de ce premier type d'échantillonnage.

Aux mêmes dates que les prélèvements précités, à proximité immédiate des parcelles piquetées, deux colonnes de sol (Ø 5 cm) sont extraites du sol profond. Pour cela, un premier trou est creusé à la pelle, on y plonge ensuite la sonde à sécateur ; le sol est ainsi progressivement prélevé jusqu'à —40 cm. Les cylindres obtenus sont ensuite découpés en cinq strates de 5 cm d'épaisseur étagées de —15 à —40 cm. Chaque échantillon ainsi découpé a un volume de 100 cc.

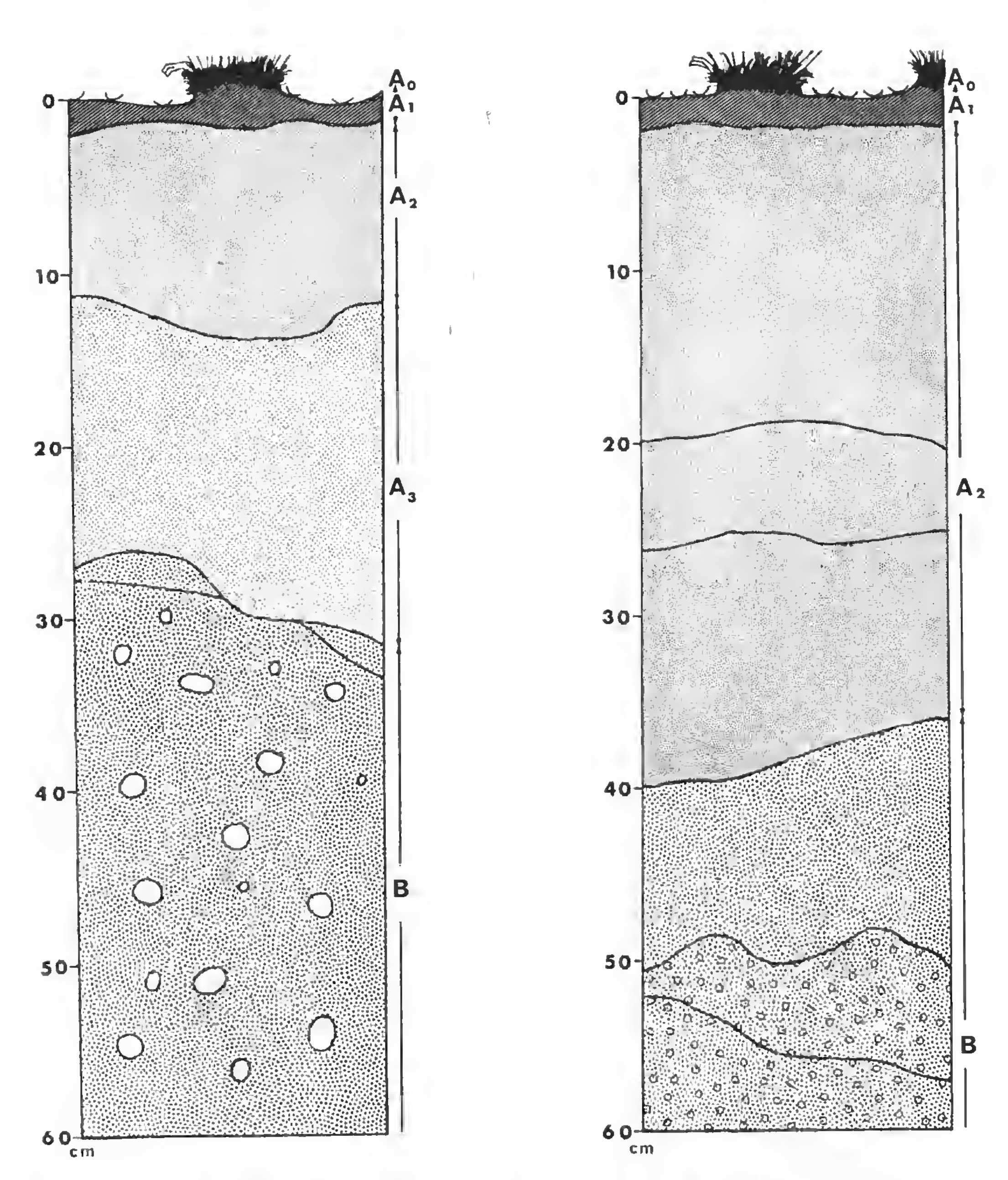


FIG. 1. — Profil pédologique du sol de la parcelle de savane brûlée (SB) et du sol de la savane non brûlée (SNB).

Profil en savane brûlée : A_0 : horizon organique très faible, A_1 : horizon humique sableux gris-brun, grumeleux, A_2 : sables fins gris-beige, A_3 : horizon très lessivé à sables fins à moyens beige clair, B : horizon d'accumulation, sables moyens à grossiers rouges et gravillons.

Profil en savane non brûlée : A_0 : horizon organique faible, A_1 : horizon humique sableux gris foncé grumeleux, A_2 : sables fins limoneux gris-brun foncé, puis sables fins argilo-limoneux brun-rouge, B : horizon d'accumulation, sables argileux moyens à grossiers rouges, puis sables argileux grossiers rouges et nodules ferrugineux.

Occasionnellement, des sondages ont été effectués jusqu'à —85 cm de profondeur à l'aide d'une sonde classique de pédologue. Les échantillons ont un diamètre de 8 cm pour une épaisseur de 5 cm, soit un volume de 250 cc.

Les échantillons de sol, laissés intacts, sont placés dans une batterie de 120 extracteurs de type Tullgren, la source de chaleur étant constituée par des rampes d'ampoules électriques disposées à 30 cm au-dessus des échantillons. L'extraction s'effectue à une température moyenne de 35°C.

Le nombre limité d'extracteurs de Tullgren et les difficultés des prélèvements profonds, dues à la couche gravillonnaire, ont restreint le nombre des relevés en profondeur.

3. Abondance et distribution verticale

3.1. Abondance

L'abondance annuelle moyenne dans chacune des huit strates de 5 cm d'épaisseur est exprimée par la moyenne des effectifs des Microarthropodes récoltés pendant douze mois, d'avril 1970 à mars 1971 ; les abondances sont rapportées au m². Pour les trois strates comprises entre 0 et —15 cm, l'abondance a été corrigée par un coefficient représentant le recouvrement au sol du pied des touffes de Graminées ; soit 50 % en savane brûlée et 75 % en savane non brûlée. La distribution horizontale des Microarthropodes est en effet hétérogène, calquée sur celle des pieds de Graminées, microbiotope biologiquement plus actif et plus richement peuplé que le sol nu environnant (Athias, 1973, *sous presse*).

Les données du tableau II confirment la faible abondance des Microarthropodes du sol des savanes de Lamto, qui se situe entre 20 et 40 000/m². L'abondance évaluée dans les travaux précédents, dont l'échantillonnage ne concernait que les quinze premiers centimètres de sol, était effectivement sous-évaluée, car la strate 15-20 cm est encore relativement peuplée ; cette strate contient en effet 6 à 7 % de l'effectif total. Ce n'est qu'à partir de —20 cm que l'abondance décroît rapidement avec la profondeur ; l'ensemble des strates comprises entre —20 et —40 cm n'abritent que 5 à 8 % de l'effectif des Microarthropodes.

Le tableau III qui détaille la fréquence relative de chaque groupe étudié, entre 0 et —15 cm d'une part, et entre —15 et —40 cm d'autre part, rend compte de la perte d'information en effectif numérique afférente à chaque groupe taxinomique lorsque les strates profondes sont négligées lors d'un échantillonnage en milieu herbacé tropical. Pour la mésofaune totale, 12 à 15 % du peuplement vit en dessous de —15 cm. Chez les Gamasides, les Cheyletidae, les Tarsonémides, les Acaridides et les Collemboles, plus de 20 % des effectifs se récoltent entre —15 et —40 cm. Ce fait est surtout remarquable chez les Collemboles, pour lesquels près du tiers du peuplement habite la profondeur en savane brûlée et près du quart en savane non brûlée. Ces Aptérygotes se révèlent notablement plus abondants que les données de l'échantillonnage 0-15 cm ne le laissaient prévoir.

Tableau II. — Abondance annuelle moyenne rapportée au m² des Microarthropodes du sol et fréquence relative (%) de l'effectif total en fonction de la profondeur. Moyenne de douze mois d'échantillonnage (avril 1970-mars 1971). Données pondérées par un facteur correctif correspondant au recouvrement des pieds de touffe des Graminées.

	SAVANE NON BRÛLÉE								
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	0-40
Gamasides	1 483	927	418	343	112	78	94	75	3 530
Uropodes	672	334	35	23	0	0	22	0	1 086
Cunaxidae + Bdellidae	1 308	216	37	41	0	0	5	12	1 619
Tydeidae + Eupodidae	1 771	668	423	100	132	34	69	162	3 359
Thrombidions	264	177	12	64	0	9	0	12	538
Cheyletidae	130	71	71	37	25	23	19	52	428
Autres Actinédides	897	455	443	80	298	103	44	94	2 414
Scutacaridae + Pyemotidae	112	30	3	23	0	7	0	7	182
Tarsonemidae	498	78	41	271	91	37	12	14	1 042
Endéostigmates	827	246	134	73	12	23	0	7	1 322
Oribates	9 006	1 251	405	107	112	39	57	109	11 086
Acaridides	536	187	348	234	128	159	25	23	1 640
Total Acariens	17 504	4 640	2 370	1 396	910	512	347	567	28 246
Collemboles	1 419	912	589	622	105	175	94	268	4 193
Symphyles	311	483	121	130	100	23	19	19	1 206
Pauropodes	411	477	109	153	7	30	16	19	1 222
Polyxénides	41	16	0	14	0	0	0	0	71
Diploures	148	470	173	128	64	30	0	7	1 020
Protoures	69	105	55	0	0	10	12	0	251
Pseudoscorpions	620	221	10	12	0	0	0	0	863
Larves de Cochenilles	430	67	30	19	0	0	12	0	558
Total non Acariens	3 449	2 751	1 096	1 078	276	268	153	313	9 384
Faune totale	20 953	7 391	3 466	2 474	1 186	780	500	880	37 630
%	55,7	19,7	9,3	6,5	3,1	2,1	1,3	2,3	100

	SAVANE BRÛLÉE								
Gamasides	1 063	498	252	430	75	32	84	48	2 482
Uropodes	246	57	14	23	0	0	0	5	545
Cunaxidae + Bdellidae	979	264	89	75	28	12	0	0	1 447
Tydeidae + Eupodidae	2 089	550	241	200	23	32	19	19	3 173
Thrombidions	64	28	7	7	0	0	0	0	106
Cheyletidae	66	30	43	7	7	5	0	7	165
Autres Actinédides	768	200	73	53	30	10	12	14	1 160

	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	0-40
Scutacaridae + Pyemotidae	60	14	16	12	0	0	7	0	109
Tarsonemidae	237	89	87	23	0	28	12	0	476
Endéostigmates	711	300	131	41	19	0	0	0	1 202
Oribates	4 552	687	316	231	19	21	23	0	5 849
Acaridides	650	53	59	78	16	57	12	12	937
Total Acariens	11 485	2 770	1 328	1 180	217	197	169	105	17 451
Collemboles	645	506	180	155	146	39	55	50	1 776
Symphyles	818	1 162	237	109	57	12	7	0	2 404
Pauropodes	141	166	71	66	23	5	0	0	472
Polyxènides	130	14	7	7	0	0	0	0	158
Diploures	259	243	148	44	23	14	23	7	761
Protoures	63	116	41	19	0	5	7	0	251
Pseudoscorpions	69	10	3	23	0	0	0	0	105
Larves de Cochenilles	489	53	30	144	39	9	0	0	764
Total non Acariens	2 614	2 270	717	567	288	84	92	57	6 689
Faune totale	14 099	5 040	2 045	1 747	505	281	261	162	24 140
%	58,5	20,9	8,6	7,9	2,1	1,1	1,0	0,6	100

3.2. **Distribution verticale**

Les figures 2 et 3 indiquent la distribution verticale de chaque groupe taxinomique considéré, exprimée par la fréquence relative dans chaque strate de l'effectif cumulé des douze mois de prélèvements. Les effectifs réels ont été utilisés afin de pouvoir calculer l'intervalle de confiance sur la fréquence relative dans les huit strates échantillonnées.

Le schéma général de la distribution verticale d'un groupe taxinomique donné est très similaire dans le sol des deux parcelles étudiées ; les caractéristiques spécifiques à chaque taxon sont donc relativement peu influencées par le milieu.

La plupart des groupes de Microarthropodes sont les plus abondants dans la strate superficielle. Par contre, les Symphyles, les Pauropodes, les Protoures et les Diploures (surtout représentés par des Projapygidae) occupent préférentiellement la strate intermédiaire 5-10 cm, mais ils sont en revanche très peu abondants en dessous de —25 cm.

La faune apparaît se distribuer de façon plus agrégative en profondeur qu'en surface ; il ne faut cependant pas oublier qu'en surface les Microarthropodes se concentrent sous les touffes de Graminées. En profondeur, certains Acariens (Acaridides, Tydeidae, Tarsonemidae) se récoltent en abondance dans des « poches » alors que le sol environnant paraît vide de faune. L'effectif de ces « poches » peut être assez important pour influencer la moyenne annuelle de l'abondance dans certaines strates. C'est pourquoi les représentations des distributions verticales de la figure 2 pour certains groupes d'Acariens ne montrent pas une diminution progressive et régulière de la fréquence relative avec la profondeur, mais des indentations. Cette distribution en « poche » est remarquable chez les Acaridides, Acariens

Tableau III. — Fréquence relative de l'effectif des Microarthropodes dans les strates 0 à —15 cm d'une part et dans les strates —15 à —40 cm d'autre part dans le sol des deux parcelles étudiées. Fréquence relative(%) des effectifs réels cumulés des douze mois d'échantillonnage.

	SAVANE NON BRÛLÉE		SAVANE BRÛLÉE	
	0-15 cm	15-40 cm	0-15 cm	15-40 cm
Gamasides	80,0	20,0	72,9	27,1
Uropodides	95,8	4,2	91,9	8,1
Cunaxidae + Bdellidae	96,4	3,6	92,0	8,0
Tydeidae + Eupodidae	85,1	14,9	90,8	9,2
Thrombidions	94,2	5,8	93,3	6,7
Cheyletidae	63,4	36,6	84,5	15,5
Autres Actinédides	74,3	25,7	89,8	10,2
Scutacaridae + Pyemotidae	79,6	20,4	82,8	17,2
Tarsonemidae	59,2	40,8	86,9	13,1
Endéostigmates	91,2	8,8	95,0	5,0
Oribates	96,0	4,0	94,9	5,1
Acaridides	65,2	34,8	81,4	18,6
TOTAL ACARIENS	86,7	13,3	88,1	11,9
Collemboles	69,0	31,0	74,9	25,1
Symphyles	75,9	21,4	92,2	7,8
Pauropodes	81,7	18,3	80,0	20,0
Polyxénides	80,5	15,5	95,6	4,4
Diploures	81,0	19,0	85,5	14,5
Protoures	89,1	10,9	87,9	12,1
Larves de Cochenilles	94,5	5,5	74,7	25,3
Pseudoscorpions	99,4	0,6	85,4	14,6
FAUNE TOTALE	84,7	15,3	88,0	12,0

relativement abondants à Lamto. Chez d'autres groupes de Microarthropodes de faible effectif, ces irrégularités peuvent être dues à un artéfact provoqué par l'insuffisance de l'échantillonnage pour les groupes peu abondants. En revanche, l'effectif des Acariens Gamasides et des Collemboles décroît régulièrement avec la profondeur. Plus que tous les autres Microarthropodes, ces deux groupes possèdent un fort contingent de formes adaptées à la vie en profondeur.

Le sol en profondeur présente un microclimat très stable, mais c'est un milieu peu propice à la vie notamment à cause de sa pauvreté en matière organique et en ressources trophiques. Les Microarthropodes se concentrent dans des microbiotopes favorables isolés dans un substrat pauvre, ce qui explique la distribution en « poche » des Microarthropodes. En outre, les graviers qui apparaissent vers —30 cm dans le sol de la parcelle de savane brûlée accentuent cet effet de poche. Les organismes endogés ne vivent, en effet, qu'entre ces graviers qui constituent chacun un domaine azoïque. La présence de ce lit de graviers implique aussi que le volume de sol utilisable est plus faible, pour une même surface, en

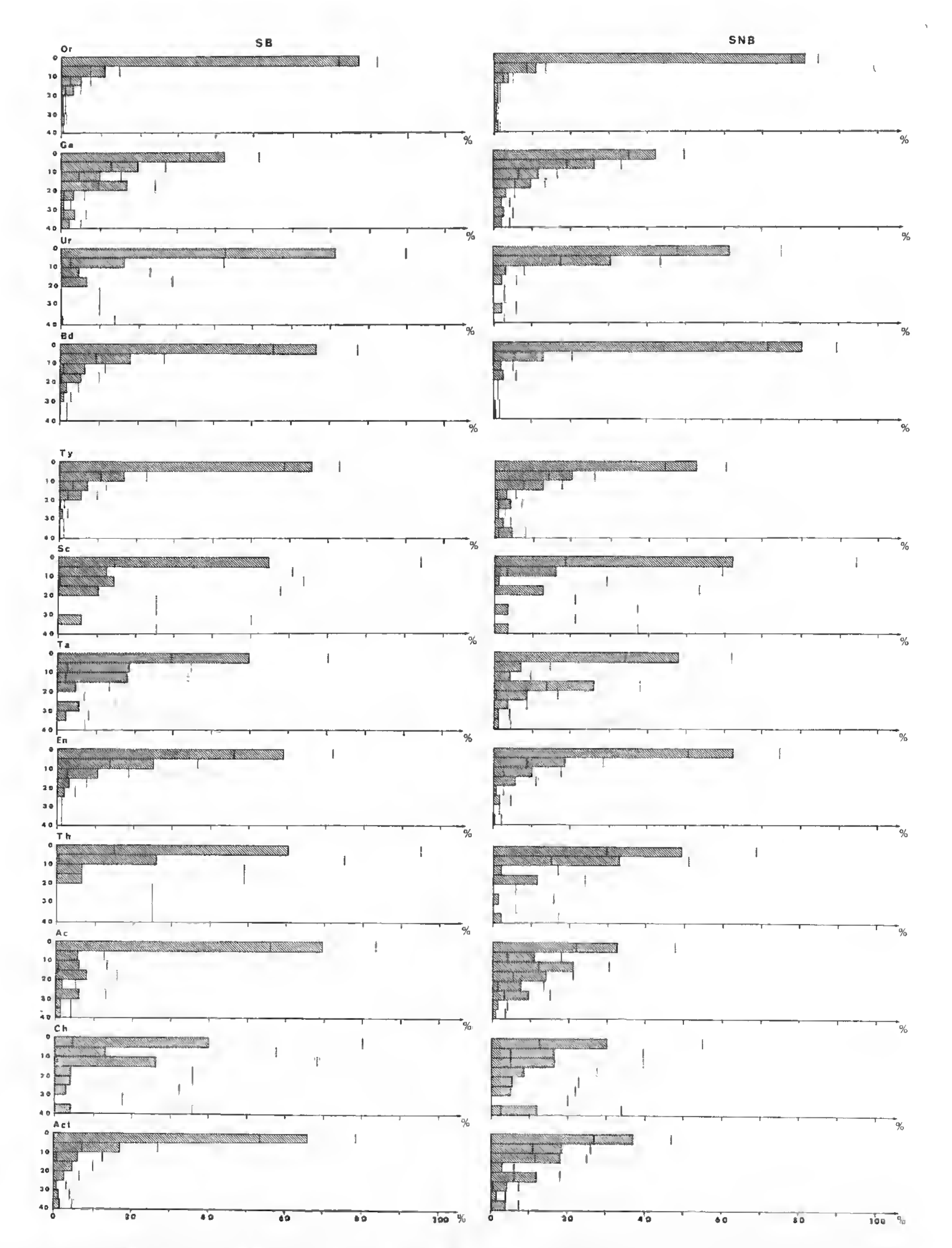


Fig. 2. — Distribution verticale des Acariens. Fréquence relative et intervalle de confiance des effectifs réels cumulés des douze mois d'échantillonnage en savane brûlée (SB) et en savane non brûlée (SNB) dans chaque strate étudiée.

Or : Oribates ; Ga : Gamasides ; Ur : Uropodides ; Bd : Bdellidae + Cunaxidae ; Ty : Tydeidae + Eupodidae ; Sc : Scutacaridae + Pyemotidae ; Ta : Tarsonemidae ; En : Endéostigmates ; Th : Thrombidions ; Ac : Acaridides ; Ch : Cheyletidae ; Act : Actinédides non cités.

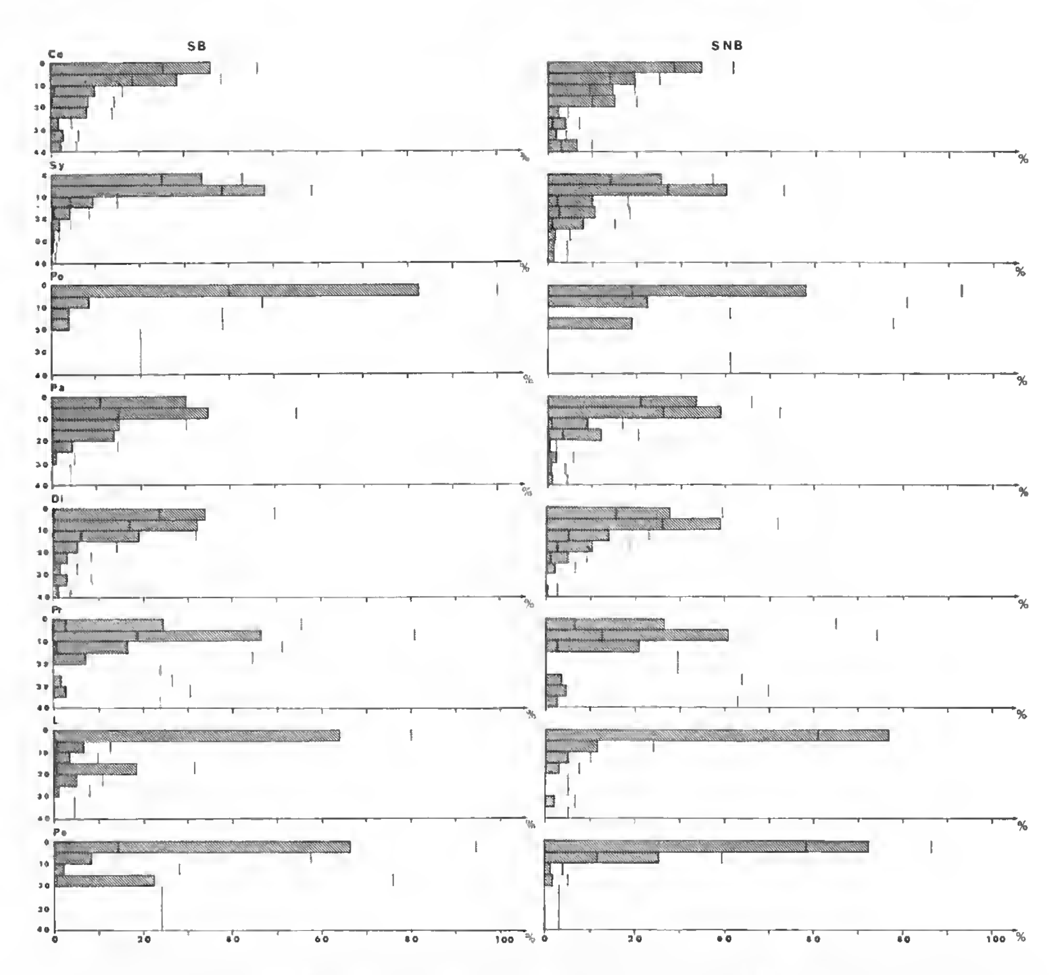


Fig. 3. — Distribution verticale des Microarthropodes non Acariens. Même légende que figure 2. Co : Collemboles; Sy : Symphyles; Po : Polyxénides; Pa : Pauropodes; Di : Diploures; Pro Protoures; L : Larves de Coccides; Ps : Pseudoscorpions.

savane brûlée qu'en savane non brûlée. Les Microarthropodes du sol sont donc moins abondants en profondeur dans le sol de la savane brûlée, non seulement à cause de facteurs biotiques, mais aussi à cause de la granulométrie. Leur abondance étant plus faible, la fréquence relative est aussi plus faible dans les strates profondes de la savane, alors qu'en fait la savane protégée du feu est plus riche en formes litiéricoles superficielles (Athias, 1973; *sous presse*).

3.3. **Prélèvements profonds**

Le tableau IV indique la moyenne des effectifs des Microarthropodes prélevés au cours de sept relevés effectués jusqu'à —85 cm de profondeur. Ces résultats sont très influencés

Tableau IV. — Moyenne des abondances rapportées au m² des Microarthropodes du sol dans les 9 strates de 5 cm d'épaisseur étagées de —40 à —85 cm dans le sol des deux parcelles étudiées. Moyenne des données de 2 à 4 sondages effectués à sept reprises ; en novembre et décembre 1969, en janvier, mai, juin, juillet et août 1970.

	40-45	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	70-75	75-80	80-85	40-85
SAVANE NON BRÛLÉE										
Gamasides	125	0	250	0	0	50	75	130	0	630
Uropodides	0	50	0	0	75	0	0	0	0	125
Cunaxidae + Bdellidae	0	0	0	75	75	0	25	0	50	225
Tydeidae + Eupodidae	25	0	0	0	75	0	50	0	100	250
Autres Actinédides	50	0	75	0	0	0	0	0	0	125
Tarsonémides	0	0	0	0	0	0	50	0	0	50
Endéostigmates	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oribates	0	0	0	0	0	0	0	50	0	50
Acaridides	75	1 275	100	0	0	25	50	0	550	2 075
Total Acariens	275	1 325	425	75	225	75	250	180	700	3 530
Collemboles	125	50	150	150	400	75	0	50	0	1 000
Faune totale	400	1 375	575	225	625	150	250	230	700	4 530
SAVANE BRÛLÉE										
Gamasides	105	150	200	100	0	50	50	0	0	655
Uropodides	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cunaxidae + Bdellidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tydeidae + Eupodidae	175	50	75	75	0	0	0	0	0	375
Autres Actinédides	50	175	50	0	0	0	0	0	0	275
Tarsonémides	125	0	50	0	0	0	0	0	0	175
Endéostigmates	50	0	0	0	0	0	0	0	0	50
Oribates	100	0	50	50	0	0	0	0	0	200
Acaridides	100	3 875	50	1 625	0	25	0	0	0	5 675
Total Acariens	705	4 250	475	1 850	0	75	50	0	0	7 405
Collemboles	0	50	0	0	0	0	0	0	0	50
Faune totale	705	4 300	475	1 850	0	75	50	0	0	7 455

par les résultats de l'échantillonnage du mois de décembre 1969, très riche en animaux. Le début de la saison sèche est, en effet, l'époque la plus favorable au développement des populations de Microarthropodes, pour des raisons climatiques et trophiques (ATHIAS, 1973, 1974).

La distribution verticale des Microarthropodes dans les horizons très profonds est encore plus discontinue que dans les strates supérieures. Les Acaridides se distribuent en « poches » abondamment peuplées. Ces Acariens, qui supportent des conditions pratiquement anoxiques, sont surtout représentés par des individus au stade « hypope », deutonymphe élattostasique (GRANDJEAN, 1937) mobile, mais dépourvue de bouche. Après les Acaridides, les Gamasides prédateurs sont les mieux représentés parmi les Acariens. Les Collemboles sont relativement nombreux jusqu'à —70 cm, notamment en savane non brûlée.

Ces sondages très profonds, dont le nombre est limité, montrent toutefois que les Acariens et les Collemboles peuvent coloniser des couches très profondes, du moins à certaines époques de l'année, et que leurs effectifs ne sont pas négligeables. Les autres groupes de Microarthropodes, Micromyriapodes, Aptérygotes non Collemboles, Insectes et Pseudoscorpions, sont au contraire totalement absents en profondeur.

3.4. Variations saisonnières de la distribution verticale

Les figures 4 et 5 indiquent les moyennes mensuelles des effectifs de 0 à —15 cm d'une part, et de —15 à —40 cm d'autre part.

Les variations saisonnières de la distribution verticale dans les six strates des quinze premiers centimètres de sol ont été détaillées dans des travaux antérieurs (ATHIAS, 1973 ; *sous presse*) : d'une manière générale, la strate 0-2,5 cm se dépeuple au cours de la grande saison sèche, particulièrement en savane brûlée après le passage du feu, en février-mars. Puis la surface est de nouveau lentement colonisée ; ce repeuplement est limité par l'érosion et le lessivage des grosses « tornades » en avril-mai. La colonisation maximale de la surface du sol s'observe en juillet-août, période sèche mais fraîche, pendant laquelle la litière au sol se reconstitue ; et elle se maintient jusqu'à la grande saison sèche suivante.

La figure 4 montre que, chez les Acariens, les deux courbes 0-15 et 15-40 évoluent parallèlement au cours de l'année, c'est-à-dire qu'aux périodes favorables, les populations se développent aussi bien en surface qu'en profondeur. On remarque cependant dans le sol des deux parcelles, qu'au mois de décembre, période pendant laquelle les facteurs du milieu sont les plus favorables aux Acariens dont les effectifs sont alors les plus élevés de l'année, la grande majorité du peuplement se trouve au-dessus de —15 cm. Si l'on remarque, en revanche, que les Acariens sont relativement abondants en profondeur en septembre-octobre, il semble donc que la recolonisation du milieu parte de la profondeur à cette époque pour se propager en surface en décembre, du moins pour certains groupes d'Acariens.

En savane brûlée, les effets secondaires du feu (température élevée, destruction de la litière) provoquent une mortalité sévère et rapide en surface et qui est sensible en profondeur. La fréquence relative augmente dans les strates profondes en mars, période la plus chaude de l'année ; une petite partie du peuplement se réfugie effectivement en profondeur à cette époque. En savane non brûlée, la mortalité de la fin de la saison sèche est plus graduelle et plus limitée qu'en savane brûlée. Cette mortalité ne touche pratiquement

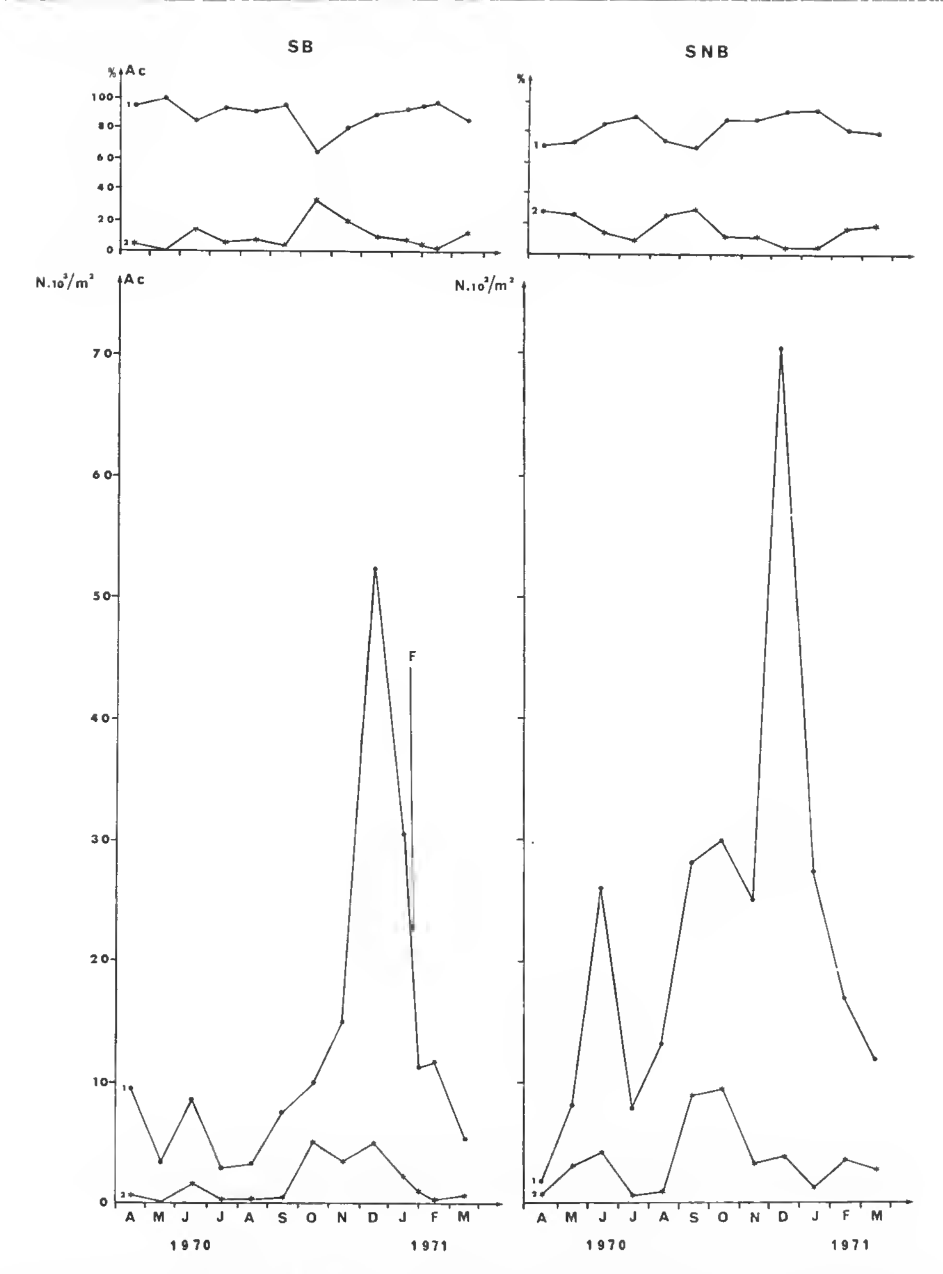


Fig. 4. — Fluctuations saisonnières de l'effectif des Acariens *in toto* et fréquence relative en fonction de la profondeur dans la parcelle de savane brûlée (SB) et de savane non brûlée (SNB) d'avril 1970 à mars 1971.

$N.10^3/m^2$: moyenne mensuelle des effectifs en milliers par m^2 ; 1 : moyenne des effectifs dans la couche 0-15 cm ; 2 : *id.* dans la couche-15-40 cm ; $^0_0$: fréquence relative des effectifs ; 1 : fréquence relative dans la couche 0-15 cm ; 2 : *id.* dans la couche-15-40 cm. La flèche F indique la date de passage du feu de brousse.

pas les populations de profondeur, dont les effectifs augmentent légèrement en février et mars ; sans doute à cause d'une migration verticale active.

Le choc du passage du feu et du passage de la saison sèche se traduit par une mortalité relativement faible des populations de Collemboles vivant en surface (fig. 5) ; en fait, la mortalité est importante, mais elle est très rapidement compensée par la natalité dès le mois de mars. Ce phénomène est bien connu, les Collemboles recolonisent très rapidement le milieu après une perturbation, bien plus rapidement que les Acariens avec lesquels ils

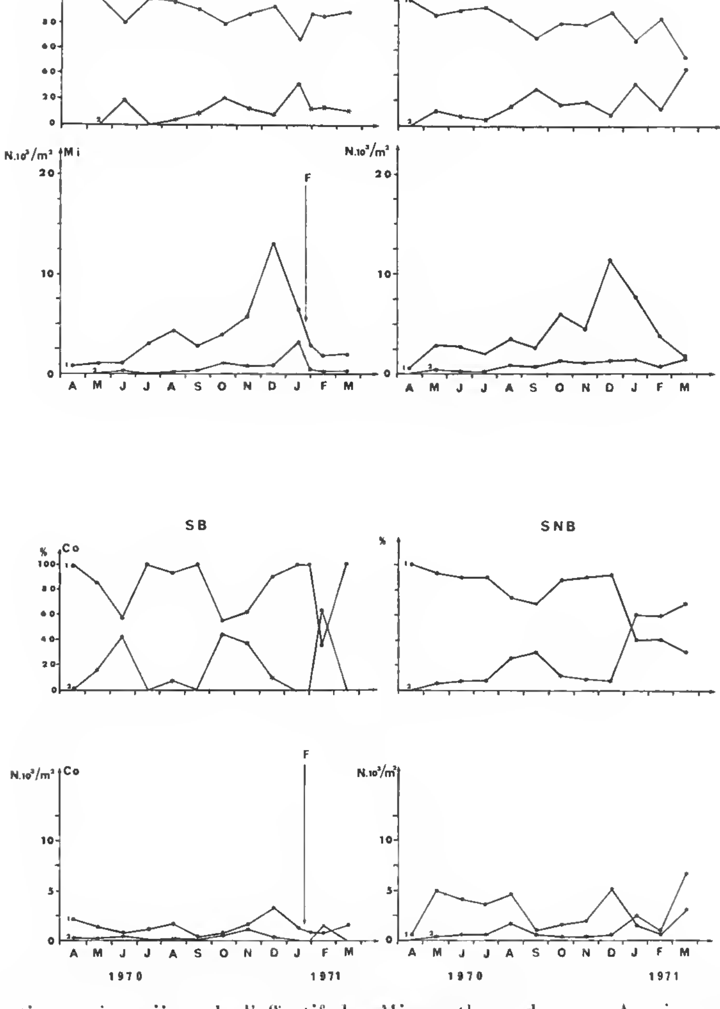


Fig. 5. — Fluctuations saisonnières de l'effectif des Microarthropodes non Acariens. Même légende que figure 4.
Co : Collemboles ; Mi : autres Microarthropodes.

entretiennent des rapports complexes de prédation et de compétition (Edwards, 1969 ; Athias, 1973). En profondeur, à la même époque, l'effectif des Collemboles augmente et devient même supérieur à celui des populations de surface dans la parcelle de savane brûlée. Pendant le reste de l'année, au contraire, le peuplement de profondeur est faible et relativement peu variable. Comme les populations de surface sont surtout composées de Symphipléones et de Poduromorphes et celles de profondeur d'Entomobryens, il ne s'agit pas d'une migration verticale, mais d'un accroissement différent des deux types de peuplement.

Chez les autres Microarthropodes (fig. 5) l'abondance est faible et relativement constante en dessous de —15 cm. La mortalité consécutive au passage du feu est rapide et se manifeste en profondeur. En savane non brûlée elle est plus progressive ; une certaine partie de ces Microarthropodes se réfugie en profondeur en mars, période pendant laquelle on observe une augmentation sensible de la fréquence relative du peuplement de la profondeur.

L'examen des courbes des fréquences relatives des figures 4 et 5 montre que la proportion du peuplement qui vit en profondeur n'est pas négligeable à certaines époques de l'année. Ainsi, en septembre-octobre, près du tiers du peuplement en Acariens se récolte en dessous de —15 cm et en février-mars plus de 60 % des Collemboles habitent la profondeur.

Si la température influence la distribution verticale des Microarthropodes, son rôle n'est important que pour les populations des strates comprises entre la surface et —15 cm. Ce facteur a moins d'importance en profondeur, car la température y varie peu et n'atteint pas des valeurs létales. La profondeur du sol peut être un refuge pour certains groupes surtout en savane non brûlée. En savane brûlée, la mortalité est telle en surface qu'il ne reste que peu de survivants pour migrer en profondeur.

3.5 Composition faunistique

Le tableau V indique la fréquence relative de chaque grand groupe taxinomique dans chaque strate considérée, cette proportion est calculée pour les effectifs cumulés des douze mois d'échantillonnage.

La proportion des Acariens diminue rapidement avec la profondeur ; ils représentent plus de 80 % du peuplement total dans la strate 0-5 cm et 60 % seulement dès les strates inférieures. Ce sont les Oribates, qui constituent de loin le groupe dominant en surface où ils représentent 33 à 43 % du peuplement total, qui sont responsables de cette diminution brusque ; en effet, dès —5 cm, leur proportion tombe à 14-17 % de l'effectif des Microarthropodes.

La fréquence relative des Actinédides (« Thrombidiformes ») est stable et oscille autour de 22-25 %. Parmi eux, les Tydeidae et les Eupodidae, Acariens de petites dimensions, sont toujours bien représentés (environ 11 % du peuplement total) quelle que soit la profondeur. Les Cheyletidae, rares en surface (0,5 à 1 % entre 0 et —10 cm) deviennent relativement plus fréquents à partir de —25 cm avec 3 à 6 % du peuplement total.

La proportion des Endéostigmates décroît régulièrement avec la profondeur ; ils disparaissent presque totalement vers —25 — 30 cm. Chez les Tarsonémides (Tarsonemidae, Scutacaridae et Pyemotidae), la fréquence relative tend à augmenter avec la profondeur, notamment entre —15 et —35 cm. Par endroit, les Acaridides peuvent représenter 20 %

du peuplement total, proportion traduisant des zones de « poches » qui semblent surtout fréquentes entre —20 et —30 cm.

Les Gamasides constituent 7 % du peuplement en Microarthropodes dans la strate 0-5 cm ; leur fréquence relative passe à 10-12 % dès —5 cm, elle peut même atteindre 30 % à partir de —30 cm en savane brûlée. Les Gamasides apparaissent comme les Acariens les plus aptes à coloniser la profondeur. Les Acarides sont aussi relativement abondants en profondeur, mais ils n'y sont que peu actifs, car surtout représentés par des « hypopes ».

La proportion des Collemboles est remarquablement faible dans la strate superficielle où ils ne représentent que 4,5 % du peuplement total en savane brûlée et 7 % en savane non brûlée. Rappelons que dans d'autres biotopes, notamment dans les milieux tempérés, c'est l'un des groupes les plus abondants parmi les Microarthropodes du sol. En profondeur, en revanche, leur fréquence relative augmente. Dès —5 cm ils atteignent 10 % du peuplement, et dans la strate la plus profonde, ils peuvent constituer 30 % de la mésofaune.

La fréquence relative des Micromyriapodes (Symphyles, Pauropodes, Polyxénides) atteint son maximum dans la strate 5-10 cm. Ils peuvent même représenter le quart du peuplement total dans le sol de la parcelle de savane brûlée. Cette proportion décroît ensuite avec la profondeur, notamment vers —25 cm.

Les Diploures sont aussi les mieux représentés dans les strates intermédiaires ; ils constituent de 5 à 7 % de la faune entre —5 et —30 cm. Chez les autres Microarthropodes, l'abondance relative diminue avec la profondeur ; celle des Pseudoscorpions s'annule à partir de —20 cm.

La diversité du peuplement diminue avec la profondeur ; certains groupes disparaissent vers —20 cm, certains autres deviennent très rares. En savane brûlée, en particulier entre —30 et —40 cm, trois groupes seulement se partagent le milieu : les Gamasides, les Actinédides, qui sont surtout des Tydeidae, et les Collemboles. Au fur et à mesure que le milieu s'appauvrit et se simplifie de la surface vers la profondeur, le peuplement diminue et se simplifie parallèlement.

En comparant les données des deux parcelles étudiées, on remarque que l'abondance relative des différents groupes d'Acariens est pratiquement identique dans l'ensemble des strates 0-40 cm du sol des deux parcelles. Les Acariens sont plus abondants en savane non brûlée, mais la composition faunistique reste comparable d'une parcelle à l'autre. Les Oribates sont toutefois nettement prédominants en savane non brûlée avec 30 % du peuplement total, contre 24 % en savane brûlée. Ces Acariens typiquement litiéricoles sont très liés à la plus grande richesse en éléments organiques de la savane protégée du feu.

Les Collemboles sont relativement plus abondants dans la savane non brûlée où ils constituent 11 % du peuplement pour le total des huit strates échantillonnées, contre 8 % en savane non brûlée. Chez les Micromyriapodes, la relation est inverse, soit 7 % en savane non brûlée et 13 % en savane brûlée. La proportion des Pseudoscorpions est infime en savane brûlée alors qu'elle atteint 2 % en savane non brûlée.

Tableau V. — Fréquence relative (%) de l'effectif moyen des groupes taxinomiques de Microarthropodes du sol dans chacune des huit strates échantillonnées, et fréquence relative de ces taxons pour l'ensemble des strates de 0 à —40 cm dans le sol des deux parcelles étudiées. Mêmes caractéristiques d'échantillonnage que les données du tableau II.

	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	0-40
SAVANE NON BRÛLÉE									
Anactinotriches	10.3	17.0	13.0	15.0	9.5	10.2	22.7	8.8	12.2
Gamasides	7.1	12.5	12.0	14.0	9.5	10.2	18.3	8.8	9.4
Uropodides	3.2	4.5	1.0	1.0	0	0	4.4	0	2.8
Actinotriches	73.4	45.7	55.3	41.4	67.2	55.7	46.4	55.7	62.8
Actinédides	20.9	21.4	28.5	12.7	38.4	21.9	27.4	37.7	22.2
Endéostigmates	4.0	3.3	3.8	3.0	1.0	2.9	0	0.7	3.5
Oribates	43.0	17.0	11.8	4.4	9.5	5.0	11.5	12.4	29.5
Acaridides	2.5	2.5	10.0	9.5	10.7	20.3	5.0	2.6	4.4
Tarsonémides	3.0	1.5	1.2	11.8	7.6	5.6	2.5	2.3	3.2
Acariens	83.7	62.7	68.4	56.4	76.7	65.9	69.1	64.5	75.0
Collemboles	6.8	12.5	17.1	25.2	9.0	22.4	19.0	30.5	11.2
Micromyriapodes	3.6	13.2	6.7	12.0	9.0	6.7	7.0	4.3	6.7
Diploures	0.7	6.3	5.0	5.2	5.3	3.8	0	0.7	2.7
Protoures	0.3	1.4	1.6	0	0	1.2	2.5	0	0.6
Pseudoscorpions	2.9	3.0	0.3	0.5	0	0	0	0	2.3
Larves de Coccides	2.0	0.9	0.9	0.7	0	0	2.4	0	1.5
SAVANE BRÛLÉE									
Anactinotriches	9.3	11.0	13.0	25.8	14.9	11.5	32.2	32.7	11.8
Gamasides	7.5	9.9	12.4	24.5	14.9	11.5	32.2	29.7	10.3
Uropodides	1.8	1.1	0.6	1.3	0	0	0	3.0	1.5
Actinotriches	72.1	44.0	51.8	42.3	28.1	55.1	32.5	32.2	60.5
Actinédides	27.9	21.3	22.0	20.4	17.4	21.0	11.8	24.8	25.0
Andéostigmates	5.0	5.9	6.5	2.3	3.8	0	0	0	4.9
Oribates	32.3	13.6	15.5	13.2	3.8	7.5	8.9	0	24.2
Acaridides	4.6	1.0	2.8	4.4	3.1	20.2	4.6	7.4	3.9
Tarsonémides	2.3	2.2	5.0	2.0	0	9.9	7.3	0	2.5
Acariens	81.4	55.0	64.8	68.1	43.0	70.1	64.8	64.9	72.3
Collemboles	4.5	10.1	8.9	8.8	28.9	13.9	21.1	30.8	7.5
Micromyriapodes	7.8	26.6	15.5	10.4	15.8	6.1	2.6	0	12.5
Diploures	1.8	4.9	7.3	2.4	4.6	4.9	8.9	4.3	3.1
Protoures	0.5	2.3	2.0	0.9	0	1.7	2.6	0	1.0
Pseudoscorpions	0.5	0.1	0.1	1.2	0	0	0	0	0.4
Larves de Coccides	3.5	1.0	1.4	8.2	7.7	3.3	0	0	3.2

3.6. Fréquence relative des groupes fonctionnels

Effectuer un groupement par grandes catégories fonctionnelles est relativement ardu chez les Microarthropodes du sol ; à cause de leur diversité, de leur petite taille et des caractéristiques de leur habitat, il existe de nombreuses lacunes dans la connaissance de la biologie de ces organismes. Si les Oribates et les Collemboles sont relativement bien connus, d'autres groupes ont été négligés ; en outre, même si un groupe est bien connu, la diversité est telle que de nombreux régimes alimentaires différents peuvent se rencontrer. Ainsi, parmi les Acariens Gamasides, dont la plupart sont prédateurs, quelques familles peuvent s'attaquer aux champignons du sol. Les Collemboles sont généralement des saprolytiques mais certaines familles chassent des proies animales, des Nématodes par exemple, ou bien consomment des Algues, c'est-à-dire sont biolytiques. Si la plupart des Symphyles sont rhyzophages, certains sont détritiphages, c'est-à-dire saprolytiques. Malgré cette variabilité, on peut tenter de distinguer cinq grands groupes trophiques : les Acariens prédateurs, les Acariens saprolytiques et les autres Microarthropodes, saprolytiques, phytophages ou prédateurs, à condition de signaler bien entendu que les limites de ces catégories ne sont pas tranchées et qu'elles réunissent des taxons dont on admet que la majorité et non la totalité des représentants occupe la fonction envisagée. Dans le groupe des saprolytiques ont été inclus non seulement les Microarthropodes saprophages, mais aussi les consommateurs de bactéries et de Champignons du sol, animaux qui ne sont effectivement pas des consommateurs primaires.

Le tableau VI indique la moyenne annuelle des effectifs de ces groupes fonctionnels dans chacune des huits strates étudiées, l'effectif total dans l'ensemble de ces strates et la fréquence relative de ces catégories.

La proportion des Acariens prédateurs (Gamasides, Bdellidae, Cunaxidae, Thrombidions, Cheyletidae, Actinédides prédateurs et Endéostigmates) varie peu d'une savane à l'autre ; ils représentent environ le quart du peuplement total. La fréquence relative des Acariens saprolytiques (Oribates, Tydeidae, Eupodidae, Tarsonémides, Acaridides) est plus importante dans la parcelle protégée du feu, où ils représentent près de la moitié de l'effectif total. Les saprolytiques non Acariens (Collemboles, Pauropodes, Protoures) sont aussi mieux représentés en savane non brûlée.

La savane non brûlée est plus riche en fragments organiques du fait de la persistance de la litière, d'une érosion et d'un ruissellement moindre qu'en savane brûlée ; cette savane est biologiquement plus active et, corrélativement, les Microarthropodes saprolytiques y sont plus abondants. L'ensemble des Microarthropodes saprolytiques, Acariens et autres Microarthropodes, atteint 66 % de l'effectif total dans la savane non brûlée contre 55 % en savane brûlée. Leur densité est aussi plus importante dans la parcelle protégée du feu ; s'ils ne sont que 13 300/m² en savane brûlée, on en compte 24 800 en savane non brûlée, soit un effectif presque double du précédent. Les prédateurs, dont beaucoup s'attaquent à d'autres Microarthropodes, sont aussi corrélativement plus abondants en savane non brûlée dont le sol abrite 10 700 prédateurs au m² et seulement 6 600 en savane brûlée.

Le sol plus pauvre de la savane brûlée héberge une proportion relativement importante de phytophages (Symphyles, Polyxénides, larves de Cochenilles), soit 17 % du peuplement,

alors que cette proportion tombe à 6 % en savane non brûlée. Contrairement aux autres catégories fonctionnelles, l'effectif des phytophages est plus élevé en savane brûlée (4 000/m²) qu'en savane non brûlée (2 100/m²).

Tableau VI. — Abondance annuelle moyenne (m²) des groupes fonctionnels de Microarthropodes dans chacune des huit strates échantillonnées, abondance totale dans l'ensemble des huit strates de 0 à −40 cm et fréquence relative (%) par groupe fonctionnel dans l'ensemble de la coupe (0-40 cm). Mêmes caractéristiques d'échantillonnage que les données du tableau II.

	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	0-40 m²	0-40 %
SAVANE NON BRÛLÉE										
Acariens prédateurs	4 082	2 092	1 115	638	447	236	162	252	9 851	26,2
Acarien saprolytiques	13 422	2 548	1 255	758	463	276	185	315	18 395	48,8
Autres Microarthropodes saprolytiques	1 899	1 494	753	775	112	215	122	287	6 435	17,2
Id. phytophages	930	1 036	333	291	164	53	31	26	2 086	5,5
Id. prédateurs	620	221	10	12	0	0	0	0	863	2,3
SAVANE BRÛLÉE										
Acariens prédateurs	3 651	1 320	595	568	140	59	96	69	6 562	27,2
Acariens saprolytiques	7 834	1 450	733	612	77	138	73	36	10 889	45,1
Autres Microarthropodes saprolytiques	849	788	292	265	192	58	62	50	2 499	10,4
Id. phytophages	1 696	1 472	422	279	96	26	30	7	4 028	16,9
Id. prédateurs	69	10	3	23	0	0	0	0	105	0,4

La figure 6 indique les variations de la fréquence relative de chacun des groupes fonctionnels en fonction de la profondeur. Cette figure montre que la surface du sol est le domaine privilégié des Acariens saprolytiques, qui sont surtout représentés dans cette strate par les Oribates (cf. tabl. II et VI). Les Acariens saprolytiques constituent, en effet, 64 % de l'effectif total dans la strate la plus superficielle en savane non brûlée et 56 % en savane brûlée. Leur proportion tombe brusquement à 29 % dans la strate suivante, et se maintient autour de 30 % en profondeur avec des oscillations plus ou moins marquées dues à des « poches » de Tydeidae et d'Acaridides.

La proportion des Acariens prédateurs augmente graduellement de la surface vers la profondeur. De 20 à 26 % de l'effectif total de la strate 0-5 cm, ils passent à 30 % environ dans les strates inférieures.

Contrairement aux Acariens saprophages, la proportion des autres Microarthropodes saprolytiques augmente avec la profondeur, notamment à partir de —15 cm, niveau à partir duquel cette catégorie fonctionnelle n'est pratiquement représentée que par des Collemboles. En surface, la fonction saprolytique appartient presque exclusivement aux

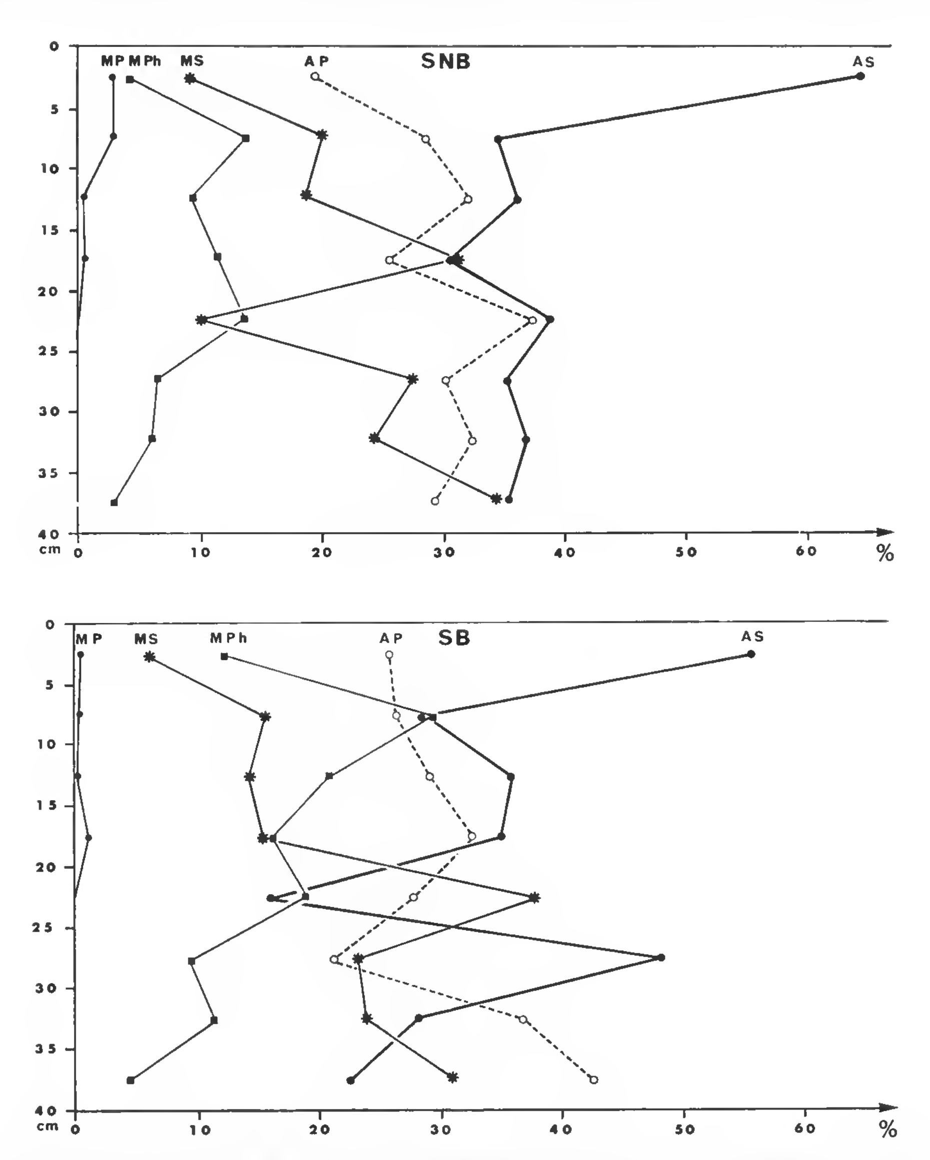


FIG. 6. — Fréquence relative des groupes trophiques dans chacune des huit strates échantillonnées de la parcelle de savane brûlée (SB) et de savane non brûlée (SNB).
Profondeur (cm) en ordonnées; fréquence relative (%) en abscisses. AS : Acariens saprolytiques ; AP : Acariens prédateurs ; MS : autres Microarthropodes saprolytiques ; MPh : autres Microarthropodes phytophages ; MP : autres Microarthropodes prédateurs.

Acariens, qui sont de loin les plus abondants, alors qu'en profondeur elle est partagée avec les Collemboles.

La fréquence relative des phytophages, qui sont pour la plupart mangeurs ou piqueurs de racines, est maximale dans la zone racinaire, c'est-à-dire entre —5 et —20 cm. Ils sont particulièrement abondants en savane brûlée où ils constituent 29 % du peuplement total dans la strate 5-10 cm. En dessous de —30 cm les phytophages deviennent rares.

Les prédateurs non Acariens, c'est-à-dire les Pseudoscorpions, ne sont bien représentés qu'à la surface du sol de la parcelle protégée du feu.

3.7. **Estimation de la biomasse**

Une estimation de la biomasse de chaque groupe taxinomique a été effectuée en utilisant les données de Den Heyer et Ryke (1966) et de Van den Berg et Ryke (1967-68) obtenues pour des Microarthropodes du sol d'Afrique du Sud. Les caractéristiques de la faune, et notamment les dimensions des individus, sont très comparables à celles des savanes de Lamto. Ces auteurs ont assigné à chaque grand groupe taxinomique (par exemple : Oribates, Gamasides, Collemboles, etc...) un poids frais moyen d'après les données de nombreuses mesures effectuées pendant un cycle annuel. Cependant, il faut noter que les poids frais individuels varient beaucoup, les Microarthropodes étant de très petits Invertébrés, et dépendent de la stase, du sexe et de l'état physiologique, notamment à l'approche de la mue. La biomasse globale d'une population est donc très liée à la proportion de ces différentes formes, elle-même dépendant des saisons. Peser individuellement les représentants de chaque espèce et à chaque stase est un travail énorme pour le synécologiste ; attribuer un poids moyen à un grand groupe est une approximation grossière, mais nécessaire. Les poids frais sont aussi liés à la dynamique de l'eau chez ces Invertébrés édaphiques ; de ce fait, les écarts à la moyenne peuvent être très importants particulièrement chez les immatures d'Acariens (Athias, *in litt.*) et chez certains Collemboles (Vannier, 1973 *b* ; comm. pers.). Les poids secs peuvent être plus stables dans certains cas.

Malgré ces restrictions, une estimation de la biomasse des Microarthropodes de Lamto a été effectuée pour deux raisons. La première est qu'il faut fournir des éléments de comparaison avec d'autres biotopes. Les Microarthropodes du sol de Lamto sont non seulement peu abondants, mais aussi de petites dimensions ; leur biomasse est donc faible, bien plus faible que dans les sols tempérés. Dans le meilleur des cas à Lamto, la biomasse des Acariens n'excède pas 350 à 400 mg/m² et celle des Collemboles 100 à 150 mg/m² alors que dans la litière (soit une strate de 1 à 2 cm d'épaisseur seulement), d'une prairie sous climat océanique en Belgique, Lebrun (1971) estime à 1 550 mg/m² la biomasse des Acariens et à 730 mg/m² celle des Collemboles. La seconde raison de l'utilisation de l'estimation de la biomasse dans ce travail est la nécessité de donner une image plus proche de la réalité de l'apport dû aux taxons d'effectif faible mais de poids corporel élevé, comme les Diploures, les Pseudoscorpions, les Symphyles et les Protoures. Ces groupes sont peu abondants dans les sols tempérés et leur biomasse y est considérée comme négligeable (cf. la compilation de Bachelier, 1971). A Lamto, au contraire, ces groupes sont abondants, et comme beaucoup de leurs représentants sont de grande taille, leur biomasse globale est importante.

Le tableau VII indique la biomasse globale estimée des Microarthropodes du sol regrou-

pés en catégorie fonctionnelle dans chacune des huit strates étudiées, la biomasse totale de 0 à —40 cm et la biomasse relative par strate.

En savane non brûlée, la biomasse de l'ensemble du peuplement en Microarthropodes est concentrée dans les 10 premiers centimètres de sol ; on y observe, en effet, 83 % de la biomasse totale. C'est principalement la répartition superficielle des Acariens saprolytiques et des Pseudoscorpions, Arachnides bien plus lourds que les autres Microarthropodes, qui

Tableau VII. — Estimation de la biomasse (mg/m² en poids frais) des Microarthropodes du sol regroupés en catégories fonctionnelles, biomasse totale pour l'ensemble de la coupe de 0 à —40 cm, et biomasse relative en fonction de la profondeur (%) dans le sol de deux parcelles étudiées. Mêmes caractéristiques d'échantillonnage que les données du tableau II.

SAVANE NON BRÛLÉE	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	0-40
Acariens prédateurs	68,1	33,9	18,0	10,1	6,9	3,5	3,0	3,8	147,3
Acariens saprolytiques	137,2	24,8	8,1	2,4	1,7	0,9	1,1	0,7	176,9
Total Acariens	205,3	58,7	26,1	12,6	8,6	4,4	4,1	4,5	324,2
Autres Microarthropodes saprolytiques	45,1	34,9	18,0	19,3	2,7	5,2	3,0	7,2	135,4
Id. phytophages	55,0	117,3	39,9	29,5	15,3	6,5	0,6	1,8	265,9
Id. prédateurs	454,8	157,3	7,9	8,4	0	0	0	0	628,4
Biomasse totale	760,2	368,2	91,9	69,8	26,6	16,1	7,7	13,5	1 354,0
Biomasse relative (%)	56,2	27,2	6,8	5,2	1,9	1,2	0,5	1,0	100

SAVANE BRÛLÉE	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	0-40
Acariens prédateurs	44,9	16,5	8,6	11,0	2,4	1,0	1,0	1,3	86,7
Acariens saprolytiques	70,8	13,2	6,0	3,9	0,3	0,4	0,3	0,1	95,0
Total Acariens	115,7	29,7	14,6	14,9	2,7	1,4	1,3	1,4	181,7
Autres Microarthropodes saprolytiques	21,9	20,0	8,1	5,9	4,1	1,1	1,5	1,2	63,8
Id. phytophages	79,0	77,1	33,9	13,7	6,6	3,2	4,7	1,4	219,6
Id. prédateurs	48,3	0,8	1,0	16,1	0	0	0	0	66,2
Biomasse totale	264,9	127,6	57,6	50,6	13,4	5,7	7,5	4,0	531,3
Biomasse relative (%)	49,9	24,0	10,8	9,5	2,5	1,0	1,4	0,9	100

est responsable de cette distribution. En savane brûlée, cette proportion n'est que de 74 % ; la présence des phytophages dans les strates intermédiaires contribue pour une grande part à ce défaut de biomasse en surface.

Comme on l'a remarqué plus haut, les Acariens saprophages peuplent surtout la surface, plus des trois quarts de leur biomasse se situe dans les cinq premiers centimètres de sol. Les Acariens prédateurs sont plus largement distribués dans tous les horizons, environ la moitié seulement de leur biomasse s'observe dans la strate supérieure. Contrairement aux Acariens, les autres Microarthropodes saprophages ont une activité profonde, on ne trouve que le tiers de leur biomasse dans la strate la plus superficielle. La biomasse des phytophages est encore importante à —20 cm. Les Pseudoscorpions ne pénètrent guère au-delà de —10 cm ; près des trois quarts de leur biomasse est concentrée dans la strate superficielle.

En comparant les deux parcelles, on remarque que le sol de la savane non brûlée supporte une biomasse de Microarthropodes qui atteint presque le triple de celle du sol de la savane brûlée. Tous les groupes, à l'exception des phytophages dont la biomasse est pratiquement identique dans les deux parcelles, sont mieux représentés en savane non brûlée. La biomasse des Acariens saprolytiques équivaut à 65 % de la biomasse additionnée des deux savanes, celle des Acariens prédateurs 63 %, celle des autres Microarthropodes saprophages 68 % ; quant à la biomasse des Pseudoscorpions, elle atteint pratiquement le décuple de ce qu'elle est en savane brûlée.

4. Discussion

Les savanes protégées du feu évoluent vers un faciès de savane arborée, puis boisée ; le terme ultime de cette évolution est l'installation d'une forêt dense semi-décidue (Aubréville, 1949 ; Maldague, 1961). La parcelle de savane non brûlée de Lamto est protégée du feu depuis huit ans. En ce laps de temps relativement court, la savane est devenue arborée et quelques essences forestières se sont déjà implantées dans certains bosquets (Vuattoux, 1970).

Le microclimat édaphique plus clément, et notamment les températures plus modérées, la persistance du couvert végétal et de la litière, l'érosion plus limitée du sol en savane non brûlée favorisent l'activité biologique de la microflore (Rambelli, 1971, Rambelli et coll. 1972, 1973 : Pochon & Bacvarov, 1973) ; tous ces facteurs réunis contribuent à rendre le peuplement en Microarthropodes du sol plus abondant, plus superficiel, plus riche en saprolytiques et en prédateurs. En huit ans, la faune est passée d'un peuplement à faible biomasse, relativement profond et présentant un excès de biolytiques, à un peuplement de biomasse plus élevée, plus superficiel et dominé par les décomposeurs et les prédateurs. Les derniers termes de cette évolution seraient une faune de type forestier, de biomasse élevée et dont l'activité est concentrée dans la litière.

Le feu de brousse, en détruisant la litière et le couvert végétal perturbe le microclimat du sol, l'appauvrit en matière organique et en accentue l'érosion. Ces facteurs influencent le peuplement en Microarthropodes du sol, mais aussi l'ensemble de la faune du sol. Ainsi, en savane brûlée, la biomasse de l'ensemble des Invertébrés édaphiques saprophages est de 4,9 g/m² seulement contre 9,7 g/m² en savane non brûlée (de 0 à —40 cm), soit près du

double de la valeur précédente ; celle des prédateurs est de 1,6 g/m² en savane brûlée alors qu'elle atteint 2,5 g/m² dans les savanes protégées du feu (Athias, Josens & Lavelle, *sous presse*). Les phytophages ont une biomasse légèrement supérieure en savane brûlée : 1,2 g/m² et 1,0 g/m² pour les savanes non brûlées. La savane brûlée est caractérisée par l'abondance des géophages, essentiellement les Termites humivores et les Oligochètes géophages ; ils représentent 27,5 g/m² en savane brûlée, cette valeur tombe à 15,5 g/m² dans les zones protégées du feu. Les Oligochètes géophages disparaissent presque totalement lorsque la reforestation est terminée.

Il suffit de noter que 90 % environ de l'effectif des Microarthropodes s'observent dans la litière et les deux premiers centimètres de sol dans les régions tempérées, pour montrer que les Microarthropodes des milieux herbacés tropicaux ont effectivement une répartition profonde. Dans les zones tempérées océaniques, l'activité et la biomasse des Microarthropodes sont importantes et confinées à la surface du sol ; dans les sols tropicaux, la biomasse est faible et l'activité se dilue entre 0 et —15 cm environ.

Les températures élevées, notamment dans les sols dénudés après le passage du feu de brousse, provoquent la mortalité ou la fuite en profondeur de la mésofaune ; ces effets sont surtout sensibles dans les dix premiers centimètres de sol. L'absence temporaire et la pauvreté de la litière au sol contribuent aussi à donner un caractère profond à la distribution verticale des Microarthropodes du sol, de même que l'érosion et le ruissellement.

La plupart des Microarthropodes du sol ne sont pas des Invertébrés endogés, ils n'ont pas d'activité de fouissage actif, et pour beaucoup leur terrain d'élection est en fait l'horizon purement organique. Il est donc curieux d'observer qu'ils peuvent atteindre des profondeurs considérables dans les sols de Lamto. De fait, les sables ferrugineux tropicaux sont des sols très profonds et ils présentent une porosité élevée, ce qui favorise le déplacement des animaux et l'oxygénation du milieu au moins jusqu'à —30 cm. Il existe de nombreuses voies d'accès : galeries d'Oligochètes, d'Insectes sociaux, de Termites en particulier, méats laissés par la mort des racines et par l'abandon des poches de Termites hypogés.

Jusqu'à l'horizon —20 cm, qui correspond en gros à la limite de substances humiques grises, les ressources trophiques dans le sol paraissent suffisantes et distribuées de façon homogène. C'est, en effet, à partir de cet horizon que l'abondance des Microarthropodes diminue le plus nettement ; en dessous les ressources sont rares. De tous les facteurs trophiques, les Termites paraissent les plus susceptibles d'influencer les Microarthropodes vivant en profondeur. Les savanes de Lamto sont caractérisées par leur richesse en Termites champignonistes, surtout représentés par les Macrotermitinae hypogés ; on rencontre de sept à dix meules par mètre carré dans les savanes à Hyparrhenia (Josens, 1972). Certains Microarthropodes, les Collemboles notamment, sont associés aux Termites (Delamare Deboutteville, 1951) ; toutefois, lors de l'échantillonnage peu de poches de Termites champignonistes ont été prélevées. Certains autres Microarthropodes peuvent tirer parti de l'enrichissement en matière organique des abords des termitières ou bien de poches récemment abandonnées par leurs occupants. Néanmoins, les possibilités énergétiques dans la profondeur du sol sont relativement limitées, puisque l'effectif des Microarthropodes est faible en dessous de —20 cm et que leur biomasse ne représente que 5 à 6 % de la biomasse totale dans l'ensemble de la coupe prospectée (0-40 cm).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Athias, F., 1971. — Recherches écologiques dans la savane de Lamto (Côte d'Ivoire) : Étude quantitative préliminaire des Microarthropodes du sol. *Terre Vie*, **3** : 395-409.

— 1973. — Étude quantitative du peuplement en Microarthropodes du sol d'une savane de Côte d'Ivoire. Thèse de 3e Cycle, PARIS VI, 103 p.

— 1974. — Note préliminaire sur l'importance de certains facteurs mésologiques vis-à-vis de l'abondance des Acariens d'une savane de Côte d'Ivoire. *Rev. Écol. Biol. Sol*, **11** (1) : 99-125.

— (*Sous presse*). — Recherches sur les Microarthropodes du sol de la savane de Lamto (Côte d'Ivoire). *Anuls Univ. Abidjan*, sér. E.

Athias, F., G. Josens & P. Lavelle (*Sous presse*). — Influence du feu de brousse annuel sur le peuplement endogé de la savane de Lamto (Côte d'Ivoire). 5e CIZS, Prague, sept. 1973.

Athias-Henriot, C., 1972. — Inventaire des Microarthropodes pédogénétiques de la prairie permanente de Borculo en Normandie (Participation française au P.B.I. (Section P.T. Prairie)). I. Échantillonnage préparatoire au protocole expérimental. *Rev. Soc. sav. Normandie*, 1972 : 5-21.

Aubréville, A., 1949. — Ancienneté de la destruction de la couverture forestière primitive de l'Afrique Tropicale. C. R. Conf. Afr. sols. Goma (Kivu) Congo Belge, nov. 1948. *Bull. Afr. Congo belge*, **40** (2) : 1347-1352.

Aucamp, J. L., & P. A. Ryke, 1965. — The efficiency of an improved grease film extractor in stratification studies of the soil micro-arthropods. *S. Afr. J. Sci.*, **61** : 276-279.

Belfield, W., 1956. — The arthropods in a West African pasture. *J. Anim. Ecol.*, **25** : 275-287.

— 1972. — The effect of shade on the arthropod populations and nitrate content in a West African soil. *In* : IV. Colloquium Pedobiologiae, J. d'Aguilar *et al.* eds, *I.N.R.A.*, PARIS : 557-568.

Berg, R. A. Van den, & P. A. Ryke, 1967-1968. — A systematic-ecological investigation of the acarofauna in the forest floor in Magoebaskloof (South Africa) with special references to the Mesostigmata. *Revta biol.*, **6** (1-2) : 157-234.

Block, W., 1966. — Seasonal fluctuations and distribution of mite populations in moorland soils, with a note on biomass. *J. Anim. Ecol.*, **35** : 487-503.

— 1970. — Microarthropods in some Ouganda soils. *In* : Methods of study in soil ecology/Méthodes d'études en écologie du sol. Proc. Paris Symposium, J. Phillipson, ed., *UNESCO*, PARIS : 195-202.

Bonvallot, J., 1968. — Étude du régime hydrique de quelques sols de Lamto (Côte d'Ivoire). O.R.S.T.O.M., centre d'Adipodoumé. Dactylogramme, 51 p.

Cesar, J., 1971. — Étude quantitative de la strate herbacée de la savane de Lamto (Moyenne Côte d'Ivoire). Thèse de 3e Cycle, PARIS VI, 125 p.

Curry, J. P., 1971. — Seasonal and vertical distribution of the arthropod fauna in an old grassland soil. *Scient. Proc. R. Dubl. Soc.*, **3** (4) : 49-71.

Delamare Deboutteville, C., 1951. — Microfaune du sol des pays tempérés et tropicaux. Hermann, Paris, 360 p.

Delmas, J., 1967. — Recherches écologiques dans la savane de Lamto (Côte d'Ivoire) : Premiers aperçus sur les sols et leur valeur agronomique. *Terre Vie*, **21** : 216-227.

Edwards, C. A., 1969. — Soil pollutants and soil animals. *Scient. Am.*, **220** (4) : 88-99.

Grandjean, F., 1957. — L'évolution selon l'âge. *Archs Sci.*, **10** (4) : 477-526.

Farahat, A., 1966. — Studies of the influence of some fungi on Collembola and Acari. *Pedobiologia*, **6** : 258-268.

Gruvel, J., & M. Graber, 1970. — Observations écologiques sur quelques espèces d'Acariens Oribates du Tchad. *Rev. Écol. Biol. Sol*, **7** (1) : 71-86.

Heyer, J. Den, & P. A. Ryke, 1966. — A mesofaunal investigation of the soil in a thorn-tree (*Acacia karoo*) biotope. *Revta biol.*, **5** (3-4) : 309-364.

Josens, G., 1972. — Études biologiques et écologiques des Termites (*Isoptera*) de la savane de Lamto-Pakobo (Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat d'État, Bruxelles, 262 p.

Lebrun, P., 1971. — Écologie et biocénotique de quelques peuplements d'Arthropodes édaphiques. *Mém. Inst. r. Sci. nat. Belg.*, **163**, 203 p.

Maldague, M, 1961. — Relation entre le couvert végétal et la microfaune. Leur importance dans la conservation biologique des sols tropicaux. *I.N.E.A. Congo*, sér. 90 : 1-122.

Monnier, Y., 1969. — Les effets du feu de brousse sur une savane préforestière de Côte d'Ivoire. *Étud. éburn.*, **9** : 1-526.

Pochon, J., & I. Bacvarov, 1973. — Données préliminaires sur l'activité microbiologique des sols de la savane de Lamto (Côte d'Ivoire). *Rev. Écol. Biol. Sol*, **10** (1) : 35-43.

Rambelli, A., 1971. — Recherches mycologiques préliminaires dans les sols de forêt et de savane en Côte d'Ivoire. *Rev. Écol. Biol. Sol*, **8** (2) : 219-226.

Rambelli, A., & A. Bartoli, 1972. — Recherches sur la microflore fongique des sols de Lamto (Côte d'Ivoire). *Rev. Écol. Biol. Sol*, **9** (1) : 41-53.

Rambelli, A., G. Puppi & S. G. Albonetti, 1973. — Deuxième contribution à la connaissance de la microflore fongique dans les sols de Lamto en Côte d'Ivoire. *Rev. Écol. Biol. Sol*, **10** (2) : 13-18.

Vannier, G., 1970. — Réactions des Microarthropodes aux variations de l'état hydrique du sol. Techniques relatives à l'extraction des Arthropodes du sol. CNRS, Paris, 319 p.

— 1972. — Incidence du climat sur les Microarthropodes d'un sol forestier en région tempérée. I. La station et son climat. *Bull. Soc. Écol.*, **3** (4) : 463-491.

— 1973 *a*. — Incidence du climat sur les Microarthropodes d'un sol forestier en région tempérée. II. Relations faune-climat. *Bull. Écol.*, **4** (3) : 151-185.

— 1973 *b*. — Relations dimensionnellement homogènes entre la taille, la surface et le poids des individus de l'espèce *Allacma fusca* (L.), Insecte Collembole. *Rev. Écol. Biol. Sol*, **10** (4) : 559-573.

Vannier, G., & I. Alpern, 1968. — Techniques de prélèvements pour l'étude des distributions horizontales et verticales des Microarthropodes du sol. *Rev. Écol. Biol. Sol*, **5** (2) : 225-235.

Vuattoux, R., 1970. — Observations sur l'évolution des strates arborées et arbustives dans la savane de Lamto (Côte d'Ivoire). *Annls Univ. Abidjan*, sér. E., **3** (1) : 285-315.

Manuscrit déposé le 7 août 1974.

Bull. Mus. natn. Hist. nat., Paris, 3e sér., no 308, mai-juin 1975,
Écologie générale 24 : 1-28.

Achevé d'imprimer le 15 octobre 1975.

IMPRIMERIE NATIONALE

5 564 002 5

Recommandations aux auteurs

Les articles à publier doivent être adressés directement au Secrétariat du *Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle*, 57, rue Cuvier, 75005 Paris. Ils seront accompagnés d'un résumé en une ou plusieurs langues. L'adresse du Laboratoire dans lequel le travail a été effectué figurera sur la première page, en note infrapaginale.

Le *texte* doit être dactylographié à double interligne, avec une marge suffisante, recto seulement. Pas de mots en majuscules, pas de soulignages (à l'exception des noms de genres et d'espèces soulignés d'un trait).

Il convient de numéroter les *tableaux* et de leur donner un titre ; les tableaux compliqués devront être préparés de façon à pouvoir être clichés comme une figure.

Les *références bibliographiques* apparaîtront selon les modèles suivants :

Bauchot, M.-L., J. Daget, J.-C. Hureau et Th. Monod, 1970. — Le problème des « auteurs secondaires » en taxionomie. *Bull. Mus. Hist. nat., Paris*, 2e sér., **42** (2) : 301-304.

Tinbergen, N., 1952. — The study of instinct. Oxford, Clarendon Press, 228 p.

Les *dessins* et *cartes* doivent être faits sur bristol blanc ou calque, à l'encre de chine. Envoyer les originaux. Les *photographies* seront le plus nettes possible, sur papier brillant, et normalement contrastées. L'emplacement des figures sera indiqué dans la marge et les légendes seront regroupées à la fin du texte, sur un feuillet séparé.

Un auteur ne pourra publier plus de 100 pages imprimées par an dans le *Bulletin*, en une ou plusieurs fois.

Une seule épreuve sera envoyée à l'auteur qui devra la retourner dans les quatre jours au Secrétariat, avec son manuscrit. Les « corrections d'auteurs » (modifications ou additions de texte) trop nombreuses, et non justifiées par une information de dernière heure, pourront être facturées aux auteurs.

Ceux-ci recevront gratuitement 50 exemplaires imprimés de leur travail. Ils pourront obtenir à leur frais des fascicules supplémentaires en s'adressant à la Bibliothèque centrale du Muséum : 38, rue Geoffroy-Saint-Hilaire, 75005 Paris.


MUSEUM
NATIONAL
D'HIST.NAT.